

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 44 39 889 C 1

⑥1 Int. Cl.⁸:
B 65 G 15/64
B 65 G 23/44
D 21 F 7/00
B 65 H 23/038

⑳ Aktenzeichen: P 44 39 889.1-22
㉑ Anmeldetag: 8. 11. 94
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 14. 8. 96

DE 44 39 889 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

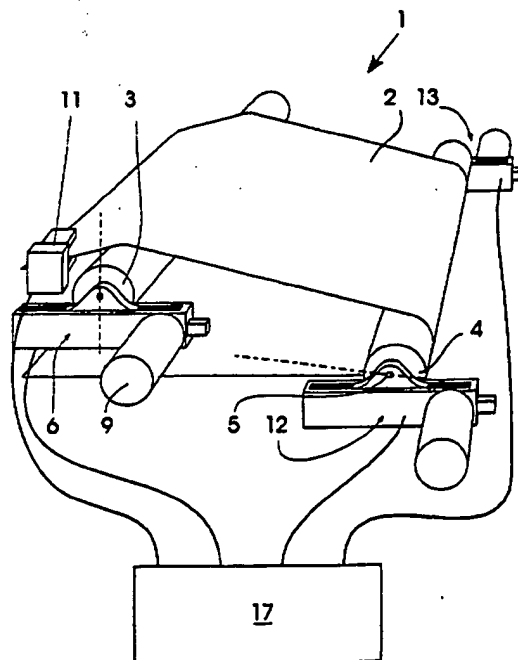
㉔ Patentinhaber:
Erhardt + Leimer GmbH, 86157 Augsburg, DE
㉕ Vertreter:
Sasse, V., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 85049 Ingolstadt

㉖ Erfinder:
Seldel, Lutz, 86343 Königsbrunn, DE; Heilmann,
Wolf, 81539 München, DE; Vöth, Jörg, 88415 Mering,
DE; Hain, Tobias, 86159 Augsburg, DE; Thurner,
Frank, 86165 Augsburg, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 40 11 798 C2
DE-OS 25 40 923

㉘ Verfahren und Vorrichtung zur Bandzugregelung und zum Führen eines umlaufenden Endlosbandes

㉙ Bei einem Verfahren zur Bandzugregelung zum Führen eines umlaufenden Endlosbandes (2) wird dessen Kantenposition mittels einer Kantenabtastrvorrichtung (11) erfaßt. Die von der Kantenabtastrvorrichtung (11) erzeugten Signale werden einer Schaltung (17) zugeführt, die eine Regeleinrichtung enthält. Ausgangsseitig wirkt diese Regeleinrichtung auf einen Antrieb (9) einer Verstellvorrichtung (6), welche die Winkellage einer Führungswalze (3) beeinflußt. Zur beidseitigen unabhängigen Bandzugregelung des Endlosbandes (2) sind in Lagern (5) einer Spannwalze (4) Kraftsensoren integriert, welche mit unabhängigen Regeleinrichtungen der Schaltung (17) in Wirkverbindung stehen. Die Spannwalze (4) ist an beiden Lagern (5) mittels Verstellvorrichtungen (12, 13) verstellbar, wobei die Verstellung der Spannwalze (4) von Bandzugregelvorrichtungen der Schaltung (17) beeinflußt wird.



DE 44 39 889 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art und eine zugehörige Vorrichtung.

Bei einer aus der DE-PS 40 11 796 bekannten, gattungsbildenden Vorrichtung wird ein umlaufendes Endlosband von mehreren Walzen gehalten. Bei der Papierherstellung ist das Endlosband üblicherweise ein umlaufender Filz oder ein Sieb. Eine dieser Walzen ist als verschwenkbare Führungswalze ausgebildet, die mit einer Abtastvorrichtung in Wirkverbindung steht. Durch Verschwenken der Führungswalze wird ein Versatz des Endlosbandes ausgeglichen. Ist die Zugspannung des Endlosbandes an beiden Kanten verschieden und tritt dadurch am Endlosband einseitig eine Dehnung auf, so laufen die Kantenbereiche des Endlosbandes mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Dies führt zu einer parallelogrammartigen Verzerrung der Struktur des Bandes. Diese Verzerrung ist unerwünscht, da sich die Durchbrüche im Gewebe bzw. im Sieb verkleinern und die Bandbreite sich reduziert. Wasser kann daher normalerweise schlechter das Band durchdringen, so daß dann die Preßleistung der Papiermaschine reduziert ist. In der vorgenannten Druckschrift wird deshalb vorgeschlagen, eine Spannwalze an beiden Lagern verschiebbar zu halten. Die Führungswalze wird in oszillatorischer Weise verschwenkt, wobei die Bewegungen der Lagerstellen zueinander synchron und gegensinnig verlaufen. Diese oszillatorische Bewegung verursacht ein ständiges Ver- und Entspannen der Randkanten des umlaufenden Endlosbandes um einen Mittelwert. Das umlaufende Endlosband ist daher in seiner Struktur verspannt, wodurch die Produktionsleistung einer Papiermaschine in bekannter Weise beeinflußt ist.

Eine ähnliche Vorrichtung ist auch aus der DE-OS 25 40 923 bekannt. Es wird vorgeschlagen, zur Verbesserung einer Regelung zum Erhalt einer besseren Spannungsverteilung über die Gesamtbreite mit einer Spannungsregelung und einer Regelung zum Kantensollverlauf mit einer Führungswalze eine Spannwalze gleichzeitig als Führungswalze einzusetzen, indem ihre Lager von unabhängigen Stellantrieben verstellbar sind. Ein einziger Kantenfühler und ein einziger Kraftaufnehmer, welcher an einer anderen Walze vorgesehen ist, liefern Korrektursignale für eine Regeleinrichtung. Diese Regeleinrichtung steuert die Stellantriebe der Spannwalze derart an, daß bei einer erforderlichen Spannkraftkorrektur die beiden Stellantriebe gleichsinnig synchron bewegt werden, und bei einer erforderlichen seitlichen Laufkorrektur des Endlosbandes diese synchron gegensinnig verstellt werden. Aufgrund der mit einer Laufkorrektur erforderlichen Schrägstellung der Spannwalze können große Spannkraftdifferenzen zwischen beiden Kantenbereichen des Endlosbandes eingebracht werden. Diese verursachen eine parallelogrammartige Verzerrung des Endlosbandes. Außerdem befindet sich oft der Kraftaufnehmer im Lager einer weit von der Spannwalze entfernten Umlenkwalze. Dies kann zu einer zeitlichen Verzögerung zwischen dem Verändern der Stellantriebe der Spannwalze und der Reaktion des Kraftaufnehmers führen. Diese Verzögerung führt manchmal zu einer Schwingneigung der Regelung, so daß diese sehr träge eingestellt werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art und eine zugehörige Vorrichtung zu schaffen, die einem umlaufenden Endlosband einen konstanten Bandzug an beiden Kanten-

bereichen ermöglicht, w bei das Endlosband trotzdem gut in seiner Lage geführt wird.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Verfahrensschritten gelöst.

Bei dem in Anspruch 1 als vorteilhaft hervorgehobenen Verfahren wird die Spannung des Endlosbandes, die im folgenden als Bandzug bezeichnet wird, an beiden Kantenbereichen erfaßt. Dies erlaubt eine Bestimmung der Bandzug-Differenz zwischen den beiden Kanten des Endlosbandes. Diese Bandzüge werden unabhängig voneinander geregelt, so daß der Bandzug entlang der gesamten Breite des Endlosbandes auf vorbestimmten Werten gehalten wird. Sind darüber hinaus die Sollwerte für die Regelung der Bandzüge an beiden Kantenbereichen gleich, so ist der Bandzug entlang der gesamten Breite des Endlosbandes gleich dem Sollwert. Dies ergibt den überraschenden Effekt, daß die Kontaktkraft des Endlosbandes auch bei den nachfolgenden Walzen über die gesamte Breite konstant ist. Ein nachfolgender Trocknungszyylinder erzielt daher über die Breite des Endlosbandes eine gleichmäßige Trocknungsleistung. Zusätzlich ist ein parallelogrammartiges Verziehen des Endlosbandes reduziert. Die im Endlosband für die Verdunstung vorgesehenen Durchbrüche haben daher stets ihre maximale Größe, so daß Wasser sehr leicht das Endlosband durchdringen kann. Eine Papiermaschine, dessen Filz oder Sieb mit dem Verfahren in seiner Lage und Spannkraft geregelt wird, erlaubt daher eine wesentliche Erhöhung der Bandlaufgeschwindigkeit und damit eine erhöhte Produktionsleistung. Das Führen des Endlosbandes wird in an und für sich bekannter Weise durch eine Regelung der Kantenposition bewirkt, wobei aber eine gesonderte Führungswalze verwendet wird. Da bei Anwendung dieses Verfahrens die Spannwalze nur um sehr kleine Winkel schräggestellt werden muß, ist die Führungswalze ohne weiteres in der Lage, auch den durch die Spannwalze hervorgerufenen seitlichen Verlauf des Endlosbandes rasch zu korrigieren. Die einzelnen Regelkreise bleiben daher entkoppelt, so daß sie besonders einfach und unabhängig voneinander abgestimmt werden können.

Besonders günstig ist die Anwendung der Verfahrensschritte gemäß Anspruch 2. Durch die Trennung der Regelungen in eine Regelung des Mittelwerts einerseits und eine Regelung der Bandzugdifferenz andererseits können die Verstelleinrichtungen besonders vorteilhaft optimiert werden. Im allgemeinen muß die Spannwalze über relativ große Wege verstellt werden. Dem gegenüber sind die erforderlichen Winkeländerungen gering. Zum Ausgleich einer Spannkraftdifferenz kann daher eine besonders feinfühligere Stellvorrichtung angewendet werden. Außerdem ist das System sehr sicher, da der Maximalwinkel der Spannwalze sehr einfach durch eine Begrenzung des Stellweges des von der Bandzugdifferenz-Regelung beeinflussten Stellgliedes erfolgen kann. Eine derartige Maßnahme verhindert eine zu große Schrägstellung der Spannwalze, ohne dabei den Stellweg der Spannwalze zu begrenzen.

Die Anwendung des Verfahrensschrittes nach Anspruch 3 hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da auch unter ungünstigsten Bedingungen eine sichere Bandführung gewährleistet ist. Wird das Endlosband beispielsweise durch eine kurzfristige einseitige Störung stark belastet, so ist zum Ausregeln dieses Bandzuges eine vergrößerte Schrägstellung der Spannwalze erforderlich. Diese erhöhte schräge Lag der Spannwalze führt jedoch zu einem sehr starken Verlaufen des End-

losbandes. Die Führungswalze kann unter Umständen nicht mehr soweit verschwenkt werden, daß die Lage des Endlosbandes auf ihren Sollwert zurückgeregelt wird. In dieser Ausnahmesituation ist es daher vorteilhaft, die beidseitige unabhängige Bandzugregelung aufzugeben, bis die Führung des Endlosbandes sicher gewährleistet ist. Um eine derartige Extremsituation zu erkennen, wird die Winkellage der Führungswalze erfaßt. Sie ist ein Maß dafür, wie groß die Tendenz des Endlosbandes ist, aus seiner Sollage zu verlaufen. Diese Winkellage wird mit einem vorzugsweise symmetrisch um die Normale zur Bandlaufriechung angeordneten Aktionsbereich verglichen.

Um die Schwingneigung der Regelung zu unterdrücken, ist die Anwendung des Verfahrensschrittes gemäß Anspruch 4 günstig. Die dadurch hervorgerufene schmitttriggerartige Umschaltung zwischen der unabhängigen und der gekoppelten Bandzugregelung verhindert ein permanentes Schalten, wenn die Führungswalze exakt jene Winkellage einnimmt, die die Grenze des Aktionsbereiches festlegt.

Um auch nach dem Unterbrechen der beidseitigen Bandzugregelung den Bandzug des Endlosbandes an beiden Kantenbereichen wenigstens annähernd im Bereich ihres Sollwerts zu halten, ist die Anwendung des Verfahrensschrittes gemäß Anspruch 5 vorteilhaft. Ein gekoppeltes Regeln des Bandzuges bei synchroner gleichsinniger Verstellung der Spannwalze sorgt für ein Konstanthalten des mittleren Bandzuges oder des Bandzuges an einem Kantenbereich. Das Endlosband bleibt daher stets gespannt, was seine Zerstörung zuverlässig verhindert.

Günstig ist auch die Anwendung des Verfahrensschrittes gemäß Anspruch 6, da insbesondere der Übergang zwischen unabhängiger und gekoppelter Bandzugregelung störungsfrei durchführbar ist. Außerdem wird in beiden Regelungsarten der mittlere Bandzug des Endlosbandes auf den gleichen Sollwert geregelt, was die Lebensdauer des Endlosbandes erhöht.

Um das Personal von einer Extremlage der Führungswalze zu unterrichten, ist die Anwendung des Verfahrensschrittes gemäß Anspruch 7 günstig. Dies ist insbesondere wichtig, um bei häufig auftretenden Problemen mit der Bandführung entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Eine besonders effektive Bandführung ergibt sich durch die Anwendung des Verfahrensschrittes gemäß Anspruch 8. Die Winkellage der Spannwalze wird erfaßt und daraus der zu erwartende Verlauf des Endlosbandes aufgrund dieser Verstellung ermittelt. Die Führungswalze wird daraufhin entsprechend verschwenkt, so daß die Lageregelung nicht oder in stark reduziertem Ausmaß zur Lagekorrektur des Endlosbandes eingreifen muß. Die Führungswalze wird in ihrer Winkellage daher den geänderten Bedingungen angepaßt, bevor das Band aus seiner Sollage verlaufen ist. Dies ergibt eine besonders schnelle und damit effektive Lageregelung.

Die Vorrichtung nach Anspruch 9 hat sich zur Durchführung des Verfahrens als besonders günstig herausgestellt. Bei dieser Ausbildung steht die Regeleinrichtung mit einer gesonderten Führungswalze in Wirkverbindung. Die Bandzugregelung und die Bandführung werden daher von unterschiedlichen Walzen vorgenommen. Vorzugsweise wird die Spannwalze vom Endlosband in einem wesentlich größeren Winkel umschlungen als die Führungswalze. Die Stellantriebe der Spannwalze verstellen diese in Richtung der Winkelsymmetralen zwischen dem zu- und dem ablaufenden Endlos-

band. Eine geringe Winkeländerung der Spannwalze verursacht daher die größtmögliche Bandzugänderung. Dem gegenüber wird die Führungswalze näherungsweise senkrecht zur Winkelsymmetralen des zu- und ablaufenden Endlosbandes verstellt. Diese Verstellung verursacht daher eine nahezu vernachlässigbare Bandzugänderung. Aus dieser Aufteilung der beiden Regelungsaufgaben auf zwei verschiedene Walzen ergibt sich daher eine hervorragende Entkopplung der beiden Regelungen untereinander. Dies reduziert die Schwingneigung der Regeleinrichtungen und verbessert daher deren Stabilität. Kraftsensoren an beiden Lagern der Spannwalze erlauben ein effektives Erfassen der Bandzüge an beiden Kantenbereichen des Endlosbandes. Der Bandzug wird daher vorzugsweise an derselben Walze gemessen, an der die Spannkraft reguliert wird. Dies ergibt eine minimale Verzögerungszeit der Regelstrecke, so daß die Regelung insgesamt schneller erfolgt. Die Verwendung unabhängiger Bandzugregeleinrichtungen für beide Kraftsensoren ergibt den überraschenden Effekt, daß der Bandzug entlang der gesamten Breite des Endlosbandes nahe dem Sollwert liegt. Durch diese besonders schonende Behandlung wird die Lebensdauer des Endlosbandes wesentlich erhöht. Infolge des besonders stabilen Laufes des Endlosbandes kann auch dessen Laufgeschwindigkeit erhöht werden. Dies erhöht zusätzlich die Produktionsleistung der Vorrichtung.

Die Anwendung der Merkmale des Anspruchs 10 ist insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 2 günstig. Eine gleichsinnige Kopplung der beiden Lager der Spannwalze mittels eines Getriebes erlaubt in einfacher Weise eine synchron gleichsinnige Verstellung beider Lager mittels eines Stellantriebs. Vorzugsweise wird dieser Stellantrieb von einer Regeleinrichtung angesteuert, welche den Mittelwert der an beiden Kantenbereichen gemessenen Bandzüge als Ist-Wert erhält. Dieser Stellantrieb bewirkt eine Verschiebung der Spannwalze, ohne deren Winkellage zu ändern. Durch die Überlagerung der Bewegung des Stellantriebs mit der Bewegung eines weiteren Stellantriebs wird eine Winkelverstellung der Spannwalze erreicht. Da die erforderliche Winkelverstellung der Spannwalze gering ist, ist es von untergeordneter Bedeutung, ob der zweite Stellantrieb eine gegensinnige Bewegung der beiden Lager der Spannwalze verursacht, oder ob dieser Stellantrieb lediglich auf eines der Lager wirkt. Vorzugsweise sind beide Stellantriebe mit Wegbegrenzung ausgestattet, die sowohl die maximale Verstellung der Spannwalze als auch ihre maximale Winkellage beschränken.

Die Anwendung eines Planetengetriebes gemäß Anspruch 11 ergibt eine besonders einfache und trotzdem robuste Überlagerung der Bewegungen der beiden Stellglieder. Das Planetengetriebe ist platzsparend und kann zusätzlich eine Untersetzung des Stellglieds bewirken. Dies erhöht die Stellkraft und erlaubt eine besonders feinfühligkeit Einstellung der Spannwalze.

Die Anwendung der Merkmale des Anspruchs 12 ist besonders vorteilhaft, da mit einfachsten technischen Mitteln eine sehr sichere Bandlaufregelung gewährleistet ist. Ein Weggeber erlaubt eine präzise Erfassung der Winkellage der Führungswalze. Durch die Anwendung eines Fensterkomperators wird die Winkellage in vorteilhafter Weise gleichzeitig mit beiden Grenzwerten des Aktionsbereichs verglichen. Der Ausgang des Fensterkomperators liefert daher die Information, ob sich die Führungswalze innerhalb oder außerhalb ihres Aktionsbereichs befindet. Ein Umschalter, dessen

Steuereingang mit dem Fensterkomparator in Wirkverbindung steht, gestattet in einfachster Art und Weise ein Unterbrechen der Regelschleife einer Bandzugregleinrichtung. Der entsprechende Stellantrieb wird in der aktivierten Lage des Umschalters nicht mehr mit dem Ausgang der unabhängigen zweiten Bandzugregleinrichtung, sondern mit einer anderen Quelle verbunden, welche mit der Bandzugregleinrichtung des gegenüberliegenden Kantenbereichs in Wirkverbindung steht. Selbstverständlich ist es auch möglich, mehrere Umschalter in Serie zu schalten, oder einen Analogmultiplexer einzusetzen, so daß der Stellantrieb mit verschiedenen Quellen verbunden werden kann. Vorzugsweise werden dann auch mehrere Fensterkomparatoren eingesetzt, die die Winkellage der Führungswalze mit unterschiedlichen Aktionsbereichen vergleichen und je nach Lage der Führungswalze den Stellantrieb der Spannwalze mit unterschiedlichen Quellen verbinden. Dies erlaubt eine feinfühlige und an die jeweilige Situation optimal angepaßte Regelungsart einzusetzen.

Die Anwendung des Merkmals gemäß Anspruch 13 stabilisiert das Regelverhalten der Vorrichtung in besonders vorteilhafter Weise. Befindet sich die Führungswalze in einer Lage, welche exakt einem Grenzwert des Aktionsbereichs entspricht, so könnte ein wiederholtes Umschalten des im Regelkreis der Bandzugregleinrichtung vorgesehenen Umschalters die Folge sein. Ein Schmitt-Triggeringang des Fensterkomparators verhindert dies, da die einzelnen Schaltvorgänge an unterschiedlichen Schwellspannungen, also unterschiedlichen Grenzwerten, erfolgen. Dies stabilisiert das Regelverhalten der Vorrichtung.

Alternativ ist es vorteilhaft, die Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 zu realisieren. Der Summierer kann dem Ausgangssignal der Bandzugregleinrichtung des gegenüberliegenden Kantenbereichs ein beliebiges weiteres Signal überlagern. Dies erlaubt eine synchrone gleichsinnige Verstellung der beiden Stellantriebe der Spannwalze, wobei die Spannwalze eine beliebige vom zusätzlichen Signal abhängige Schrägstellung einnehmen kann. Die Bandzüge des Endlosbandes an beiden Kantenbereichen bleiben nahe ihren Sollwerten.

Die Anwendung der Merkmale des Anspruchs 15 erlaubt in besonders vorteilhafter Weise die Berechnung und Speicherung der Differenz der Eingangssignale der Stellglieder der Spannwalze. Die Speicherung dieser Differenz erfolgt zum Zeitpunkt des Umschaltens zwischen der unabhängigen und der gekoppelten Bandzugregelung. Dies wird in überraschend einfacher Weise durch den flankengetriggerten Steuereingang des Sample-Hold-Verstärkers erreicht. Da der Ausgang des Sample-Hold-Verstärkers mit einem der Eingänge des Summierers verbunden ist, verharrt die Spannwalze beim Umschalten zwischen den beiden Regelungsarten exakt in ihrer momentanen Lage. Der Übergang zwischen beiden Regelungsarten erfolgt daher störungsfrei. Bei anschließenden Spannungsänderungen des Endlosbandes bleibt der Winkel zwischen der Spannwalze und der Richtung des Endlosbandes konstant.

Arbeiten die Bandzugregleinrichtungen nach dem Verfahren gemäß Anspruch 2, so ist die Anwendung der Merkmale des Anspruchs 16 günstig. Der Sample-Hold-Verstärker speichert zum Zeitpunkt des Umschaltens zwischen der unabhängigen und der gekoppelten Bandzugregelung den Ausgangsspannungswert jener Bandzugregleinrichtung, welche die Bandzugdifferenz als Ist-Wert erhält. Nach dem Umschalten wird dieser ge-

speicherte Wert an die entsprechende Stellvorrichtung abgegeben. So lange die gekoppelte Bandzugregelung aktiv ist, bleibt daher die Winkellage der Spannwalze konstant.

Insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 6 ist die Anwendung der Merkmale gemäß Anspruch 17 günstig. Dies erlaubt ein selbsttätiges Umschalten des Ist-Wert-Eingangs der Bandzugregleinrichtung von einem Kraftsensor auf den Mittelwert beider Kraftsensoren bei Änderung der Regelungsart. Es ist auch vorteilhaft, den Ausgang des Fensterkomparators mit einem Tonerzeuger bzw. einer Signallampe zu verbinden. Dies erlaubt bei jedem Auftreten einer Extremlage der Führungswalze eine Benachrichtigung des bedienenden Personals, so daß entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Zusätzlich könnte in diesem Fall das Band auch abgeschaltet werden, um dessen Zerstörung zu verhindern.

Schließlich ist es gemäß Anspruch 18 vorteilhaft, einen Computer vorzusehen, der die Vorrichtung wenigstens teilweise softwaremäßig realisiert. Dies erlaubt eine kostengünstige Entwicklung der Vorrichtung, da der Computer sehr einfach umprogrammiert werden kann. Die Regleinrichtungen lassen sich daher einfach an die Erfordernisse anpassen. Da die Bausteine eines Computers als Chip mit höchsten Integrationsdichten hergestellt werden, sind nur wenige Bauelemente zur Realisierung der Vorrichtung erforderlich. Dies wirkt sich vorteilhaft auf einen geringen Stromverbrauch bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit der Schaltung aus.

Anhand der Zeichnungen werden beispielhaft bevorzugte Ausführungsformen der Vorrichtung und des erfindungsmäßigen Verfahrens beschrieben.

Es zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung und

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Vorrichtung als Blockschaltbild.

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer alternativen Vorrichtung.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht eine Vorrichtung 1, die Teil einer Papiermaschine ist und zur Bandzugregelung und zum Führen eines umlaufenden Endlosbandes 2 dient, im wesentlichen aus einer Führungswalze 3 und einer Spannwalze 4. Die Führungswalze 3 und die Spannwalze 4 sind in Lagern 5 drehbar gehalten. Insbesondere zum Einsatz in Naßpressen ist das Endlosband 2 als umlaufender Filz oder Metallsieb ausgeführt. Die Führungswalze 3 ist an einer Seite mittels einer Verstellvorrichtung 6 verschwenkbar. Die Verstellvorrichtung 6 besteht aus einer Linearführung 7, in der ein Schlitten 8 verschwenkbar gehalten ist. Der Schlitten 8 wird mittels eines Antriebs 9 entlang der Linearführung 7 verstellt, so daß die Winkellage der Führungswalze 3 einstellbar ist. Der Antrieb 9 ist vorzugsweise ein Elektromotor, dem ein untersetzendes Getriebe (G_0, G_1, G_2) zugeordnet ist. Alternativ könnte der Antrieb 9 auch ein Hydraulik- oder Pneumatikzylinder mit innen laufendem Kolben sein. Zur Erfassung des Stellwinkels der Führungswalze 3 weist die Verstellvorrichtung 6 einen Weggeber 10 auf. Er kann beispielsweise als ein vom Antrieb 9 betätigtes Potentiometer ausgeführt sein. Der Führungswalze 3 ist eine Kantenabtaßvorrichtung 11 zur Erfassung der Kantenposition des Endlosbandes 2 zugeordnet. Diese Kantenabtaßvorrichtung 11 kann das Endlosband 2 entweder auf optischem Wege, pneumatisch oder mechanisch abtasten. Sie liefert ein der Kantenposition des Endlosbandes 2 proportionales Signal,

das als Korrektursignal einer nicht dargestellten Regeleinrichtung verwendet wird.

Die Spannwalze 4 weist an ihren beiden Lagern 5 je einen nicht dargestellten Kraftsensor zur Ermittlung des Bandzuges, also der Zugspannung des Endlosbandes 2 auf. An beiden Lagern 5 greift je eine Verstellvorrichtung 12, 13 an, die zueinander unabhängig sind. Die Verstellvorrichtungen 12, 13 sind im wesentlichen zur Verstellvorrichtung 6 ähnlich aufgebaut, so daß sich eine detaillierte Beschreibung erübrigt. Die Verstellvorrichtungen 12, 13 gestatten ein Verschieben und beliebiges Verschwenken der Spannwalze 4. Alternativ könnten die beiden Verstelleinrichtungen 12, 13 miteinander über eine Kopplung K verbunden sein. In diesem Fall bewirkt ein Verstellen der Verstellvorrichtung 12 eine synchrone gleichsinnige Bewegung beider Lager 5 der Spannwalze 4. Das Getriebe G_2 der Verstellvorrichtung 13 bewirkt eine Überlagerung der Bewegung der Verstellvorrichtung 12 mit der Bewegung des Antriebs 9' der Verstellvorrichtung 13. Auf diese Weise ist die Spannwalze 4 verschwenkbar. Um eine möglichst große Spannwirkung des Endlosbandes 2 durch die Spannwalze 4 zu erzielen, wird die Spannwalze 4 vom Endlosband 2 in einem großen Winkel von etwa 180° umschlungen. Die Verschieberichtung der Lager 5 der Spannwalze 4 verläuft dabei näherungsweise in Richtung der Winkelsymmetralen 14, zwischen dem zulaufenden und dem weglaufenden Abschnitt 2a, 2b des Endlosbandes 2. Dabei ist angenommen, daß sich das Endlosband 2 in Richtung 15 bewegt. Dem gegenüber verschwenkt die Verstelleinrichtung 6 die Führungswalze 3 senkrecht zur Winkelsymmetralen 16 zwischen dem zulaufenden und dem weglaufenden Abschnitt 2c, 2d des Endlosbandes 2. Eine Verschwenkung der Führungswalze 3 verursacht daher nur eine vernachlässigbare Änderung des Bandzuges des Endlosbandes 2.

Zur Realisierung der Bandzug- und Kantenpositionsregelung ist neben den beschriebenen mechanischen Komponenten eine elektronische Schaltung 17 vorgesehen, die mit den Verstellvorrichtungen 6, 12, 13 und mit der Kantenabstastvorrichtung 11 sowie den Kraftsensoren in Wirkverbindung steht. Diese Schaltung 17 kann auch ein Computer sein, der die Regelungs- und Steuerungsaufgaben softwaremäßig erfüllt.

In Fig. 2 ist die Vorrichtung 1 schematisch zusammen mit der Schaltung 17 als Blockschaltbild dargestellt. Gleiche Bezugszeichen bedeuten dabei gleiche Teile. Eine Regeleinrichtung 20 zur Regelung der Kantenposition des Endlosbandes 2 erhält über einen Signalweg 21 Signale von der Kantenabstastvorrichtung 11 als Ist-Wert. In einem Summierer 22 werden die Signale der Kantenabstastvorrichtung 11 von denen eines Sollwertgebers 23 abgezogen. Der Sollwertgeber 23 könnte beispielsweise ein zwischen einer Referenzspannung und Masse vorgesehenes Potentiometer sein. Das Ergebnis der Differenzbildung wird über einen Signalweg 24 an einen Regler 25 gegeben. Der Regler 25 weist wenigstens einen Verstärker auf und hat vorzugsweise ein PID-Verhalten. Der Regler 25 berechnet ein Korrektursignal, welches eine auftretende Differenz zwischen Ist-Wert und Soll-Wert am Summierer 22 möglichst schnell ausgleicht.

Der Regler 25 ist über einen Signalweg 26 mit einem weiteren Summierer 27 verbunden. Weitere Eingänge des Summierers 27 stehen über Signalwege 28, 29 mit von der Spannwalze 4 betätigten Weggebern 30, 31 in Wirkverbindung. Der Summierer 27 sorgt auf diese Weise für eine Überlagerung des Ausgangssignals des

Reglers 25 mit einem zur Schrägstellung der Spannwalze 4 proportionalen Signal. Vorzugsweise ist zwischen den Weggebern 30, 31 und dem Summierer 27 je ein Verstärker 32, 33 vorgesehen, deren Verstärkungsfaktoren einstellbar sind. Durch Variieren der Verstärkungsfaktoren der Verstärker 32, 33 wird die Überlagerung des Signals vom Regler 25 mit den Signalen der Weggeber 30, 31 so eingestellt, daß bei einer Schrägstellung der Spannwalze 4 der daraus zu erwartende Verlauf des Endlosbandes 2 im wesentlichen ausgeglichen wird, ohne daß die Regeleinrichtung 20 tätig wird. In der Praxis ist dieser Idealfall zwar nicht zu verwirklichen, jedoch kann auf diese Weise erreicht werden, daß der von der Regeleinrichtung 20 auszuregelnde Bahnverlauf durch diese Überlagerung erheblich geringer wird.

Der Summierer 27 gibt das Ergebnis der Überlagerung über einen Signalweg 34 an einen Leistungsverstärker 35 weiter, der dieses Signal soweit verstärkt, daß damit ein Stellantrieb 36 der Verstelleinrichtung 6 angesteuert werden kann. Der Stellantrieb 36 ist mechanisch über dem Weg 37 mit dem Lager 5 der Führungswalze 3 verbunden. Zur Erfassung des Stellwinkels der Führungswalze 3 ist im Weg 37 der Weggeber 10 vorgesehen. Das gegenüberliegende Lager 5 der Führungswalze 3 ist schwenkbar gehalten, wobei kein eigener Stellantrieb vorgesehen ist.

Zur Regelung des Bandzuges des Endlosbandes 2 sind Bandzugregeleinrichtungen 41, 42 vorgesehen. Die Bandzugregeleinrichtung 41 weist einen Summierer 43 auf, der einen Ist-Sollwertvergleich durchführt. Der Ist-Wert wird von einem Kraftsensor 44 erzeugt, der die Lagerkraft der Spannwalze 4 mißt. Der Kraftsensor 44 steht über einen Signalweg 45 mit einem invertierenden Eingang des Summierers 43, dem Ist-Wert-Eingang, in Wirkverbindung. Der Sollwert der Bandzugregeleinrichtung 41 und 42 wird von einem bekannten Sollwertgeber 46 erzeugt und über einen Signalweg 47 an einen nicht invertierenden Eingang des Summierers 43 gegeben.

Um ein periodisches Schwenken der Spannwalze 4 zu erzeugen, kann optional ein Dreieckoszillator 48 vorgesehen sein, dessen Ausgangssignal über den Signalweg 49 einem Eingang des Summierers 43 zugeführt wird. Die Überlagerung der Ausgangssignale des Sollwertgebers 46 und des Dreieckoszillators 48 ergibt ein um den vom Sollwertgeber 46 festgelegten Wert periodisch oszillierendes Signal, das als Sollwert der Bandzugregeleinrichtung 41 dient.

Über einen zusätzlichen invertierenden Eingang des Summierers 43 ist der Weggeber 30 der Verstelleinrichtung 12 über einen Signalweg 49 gegenkoppelnd verbunden. Diese Verbindung sorgt für eine Reduktion der Phasenverschiebung der Regelstrecke. Dies erniedrigt die Schwingneigung der Bandzugregeleinrichtung 41. Ein über einen Signalweg 50 mit dem Summierer 43 in Wirkverbindung stehender Regler 51 mit vorzugsweise PID-Verhalten kann daher einen wesentlich erhöhten Proportionalanteil in seinem Übertragungsverhalten aufweisen. Dies erhöht die Geschwindigkeit, mit der Störungen ausgeregelt werden können, beträchtlich.

Das Ausgangssignal des Reglers 51 ist über einen Signalweg 52 mit einem Leistungsverstärker 53 verbunden. Dieser Leistungsverstärker 53 verstärkt das Ausgangssignal des Reglers 51 soweit, daß damit ein Stellantrieb 54 zur Verstellung des Lagers 5 der Spannwalze 4 angesteuert werden kann. Zur genauen Erfassung der Spannkraft des Endlosbandes 2 ist im Weg 55 zwischen dem Stellantrieb 54 und dem Lager 5 der Spannwalze 4

der Kraftsensor 44 vorgesehen. Vorzugsweise ist der Kraftsensor 44 direkt im Lager 5 der Spannwalze 4 integriert. Zur Erfassung des Verstellweges der Spannwalze 4 ist im Weg 55 der Weggeber 30 vorgesehen.

Die Bandzugregeleinrichtung 42 für die gegenüberliegende Kante des Endlosbandes 2 ist ähnlich zur Bandzugregeleinrichtung 41 aufgebaut. Ein Summierer 60 sorgt für einen Ist-Sollwert-Vergleich. Hierzu ist der Summierer 60 über die Signalwege 47, 49 mit dem Sollwertgeber 46 bzw. dem Dreieckoszillator 48 verbunden. Im Unterschied zur Bandzugregeleinrichtung 41 führt jedoch der Signalweg 49 auf einen invertierenden Eingang des Summierers 60. Die dreieckförmige Ausgangsspannung des Dreieckoszillators 48 wird daher in der Bandzugregeleinrichtung 42 gegenüber der Bandzugregeleinrichtung 41 um 180° phasenverschoben. Dadurch wird ein oszillatorisches Verkippen der Spannwalze 4 erreicht.

Den Ist-Wert erhält der Summierer 60 von einem Kraftsensor 61 über einen Signalweg 62 bzw. vom Weggeber 31 über den Signalweg 63. Das Ergebnis des Ist-Sollwert-Vergleichs des Summierers 60 wird einem Regler 64 mit PID-Verhalten zugeführt. Der Regler 64 erzeugt an seinem Ausgang ein Korrektursignal, das über einen Signalweg 65 an einen Leistungsverstärker 66 gegeben wird. Im Signalweg 65 ist ein Umschalter 67 vorgesehen, die in ihrer eingezeichneten Grundstellung den Leistungsverstärker 66 mit dem Regler 64 verbinden. Ausgangsseitig ist der Leistungsverstärker 66 mit einem Stellantrieb 69 der Verstelleinrichtung 13 verbunden. Die Verstelleinrichtung 13 ist zur Verstelleinrichtung 12 symmetrisch aufgebaut, so daß sich eine nochmalige Beschreibung erübrigt.

Der Weggeber 10 der Führungswalze 3 ist über einen Signalweg 70 mit Fensterkomparatoren 71, 72 verbunden. Die Schaltschwellen der Fensterkomparatoren 71, 72 liegen symmetrisch um die dargestellte Ruhelage. Liefert der Weggeber 10 ein dem Winkel zwischen der Führungswalze 3 und der Normalen 73 zur Bandlaufrichtung 15 proportionales Signal, so liegen die Schaltschwellen der Fensterkomparatoren 71, 72 symmetrisch um den Nullpunkt. Die Fensterkomparatoren 71, 72 arbeiten daher in einer Weise, als ob sie den Betrag der Eingangsspannung mit festen Grenzwerten U_1 bzw. U_2 vergleichen würden. Ausgangsseitig ist der Fensterkomparator 71 über einen Signalweg 76 mit einem Steuereingang 78 des Umschalters 67 verbunden. Der Fensterkomparator 72 ist über einen Signalweg 77 mit einem Tonerzeuger oder einer Signallampe 80 verbunden. Dieser gibt ein akustisches oder optisches Signal für das Bedienungspersonal ab, sobald die Führungswalze 3 in ihrer Winkellage den äußeren Grenzwert U_2 überschreitet. Die Grenzwerte U_1 und U_2 der Fensterkomparatoren 71, 72 sind so gewählt, daß bei Verschwenken der Führungswalze 3 aus ihrer Ruhelage zunächst der Umschalter 67 und erst bei noch größeren Verstellwinkeln ein Warnsignal abgegeben wird. Es ist auch vorstellbar, daß in diesem Fall auch das Band abgeschaltet wird.

Überschreitet die Winkellage der Führungswalze 3 den Grenzwert U_1 , so schaltet der Umschalter 67 in seine aktive Lage um. In diesem Fall verbindet der Umschalter 67 den Leistungsverstärker 66 über einen Signalweg 90 mit einem Summierer 91. Ein nicht invertierender Eingang 92 des Summierers 91 ist über den Signalweg 52 mit dem Regler 51 verbunden. Ein weiterer nicht invertierender Eingang 93 des Summierers 91 ist über einen Signalweg 94 mit einer weiteren Quelle ver-

bunden. Der Summierer 91 überlagert dem Ausgangssignal des Reglers 51 eine konstante Spannung. Die Bewegungen der Stellantriebe 54 und 69 sind daher miteinander verkoppelt. Es ist nur noch eine gleichsinnig synchrone Bewegung der Lager 5 der Spannwalze 4 möglich. Die Spannwalze 4 kann eine zur Bandlaufrichtung 15 beliebige Winkellage einnehmen.

Ein weiterer Summierer 95 ist mit einem invertierenden Eingang 96 über den Signalweg 52 mit dem Regler 51 und mit einem nicht invertierenden Eingang 97 über den Signalweg 65 mit dem Regler 64 verbunden. Der Summierer 95 berechnet die Differenz der Ausgangssignale der Regler 64 und 51. Ausgangsseitig ist der Summierer 95 über einen Signalweg 98 mit einem Sample-Hold-Verstärker 99 verbunden. Der Sample-Hold-Verstärker 99 weist einen flankengetriggerten Steuereingang 100 auf, der über den Signalweg 76 mit dem Fensterkomparator 71 in Wirkverbindung steht. Überschreitet die Führungswalze 3 in ihrer Winkellage den Grenzwert U_1 , so speichert der Sample-Hold-Verstärker 99 den über den Signalweg 98 ankommenden Spannungswert, also die Differenz zwischen den Ausgangssignalen der Regler 64 und 51. Dieser gespeicherte Spannungswert wird über den Signalweg 94 an den Eingang 93 des Summierers 91 abgegeben. Der Summierer 91 berechnet daher die Summe des Ausgangssignals des Reglers 51 mit der Differenz der Ausgangssignale der Regler 64 und 51 zum Zeitpunkt des Umschaltens des Fensterkomparators 71. Dies führt dazu, daß beim Erreichen des Grenzwertes U_1 der Winkellage der Führungswalze 3 die Spannwalze 4 in ihrer Winkellage festgehalten wird.

Die Kraftsensoren 44 und 61 stehen mit einem Mittelwertbildner 110 in Wirkverbindung, der von einem Summierer 111 und einem Verstärker 112 gebildet ist. Der Verstärker 112 besitzt einen Verstärkungsfaktor von 0,5. Ausgangsseitig ist der Verstärker 112 über einen Signalweg 113 mit einem Umschalter 114 verbunden. In seiner eingezeichneten Grundstellung verbindet der Umschalter 114 den Signalweg 45 des Summierers 43, also den Ist-Wert-Eingang der Regeleinrichtung 41, über einen Signalweg 115 mit dem Kraftsensor 44. Ein Steuereingang 116 des Umschalters 114 ist über den Signalweg 76 mit dem Fensterkomparator 71 verbunden. Schaltet der Fensterkomparator 71 um, so verbindet der Umschalter 114 den Summierer 43 der Bandzugregeleinrichtung 41 mit dem Mittelwertbildner 110. In diesem Fall regelt die Bandzugregeleinrichtung 41 nicht mehr den Bandzug einer Seite des Endlosbandes 2, sondern den mittleren Bandzug des Endlosbandes 2.

In Fig. 3 ist eine alternative Vorrichtung 1 schematisch als Blockschaltbild dargestellt. Gleiche Bezugszeichen bedeuten wiederum gleiche Teile. Da wesentliche Teile dieser Vorrichtung 1 mit der Vorrichtung aus Fig. 2 gleich sind, wird im folgenden nur auf die Unterschiede zwischen beiden Vorrichtungen eingegangen. Die Verstellvorrichtungen 12, 13 sind mittels einer Kopplung K derart miteinander verbunden, daß die Verstellvorrichtung 12 eine synchrone gleichsinnige Verstellung der Lager 5 der Spannwalze 4 bewirkt. Die Verstellvorrichtung 13 wirkt lediglich auf ein Lager 5 der Spannwalze 4, wobei deren Bewegung der synchronen gleichsinnigen Verstellung durch die Verstellvorrichtung 12 überlagert wird. Angepaßt an diese Wirkungsweise der Verstellvorrichtungen 12, 13 regelt die Bandzugregeleinrichtung 41 den Mittelwert der gemessenen Bandzüge und die Bandzugregeleinrichtung 42 die gemessene Bandzugdifferenz zwischen der rechten

und linken Seite des Endlosbandes 2. Der Mittelwertbild-
der 110 ist daher direkt über den Signalweg 45 mit dem
Summierer 43 der Bandzugregleinrichtung 41 verbun-
den. Der Summierer 95 ist mit seinem invertierenden
Eingang 96 und seinem nicht invertierenden Eingang 97
mit den Ausgängen der Kraftsensoren 44, 61 verbunden.
Der Sample-Hold-Verstärker 99 ist über den Signalweg
65 direkt mit dem Ausgang der Bandzugregleinrich-
tung 42 verbunden. Beim Überschreiten des Aktionsbe-
reichs der Spannwalze 4 wird die momentane Schräg-
stellung der Spannwalze 4 im Sample-Hold-Verstärker
99 gespeichert und über den Schalter 67 an die Verstell-
vorrichtung 13 abgegeben. Dies bewirkt ein Konstant-
halten der Winkellage der Spannwalze 4, so daß deren
Lager 5 nur noch synchron gleichsinnig verstellbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Spannung eines um-
laufenden Endlosbandes (2) durch beidseitiges Ver-
stellen einer Spannwalze (4) und zum Führen des
Endlosbandes (2) durch Verschwenken einer Füh-
rungswalze (3), mit der ein erfaßter, von den Span-
nungen des Endlosbandes (2) hervorgerufener seit-
licher Verlauf korrigiert wird, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Spannungen des Endlosbandes
(2) an beiden Kantenbereichen unabhängig vonein-
ander erfaßt und diese jeweils unabhängig vonein-
ander auf einen Sollwert geregelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß zur beidseitigen unabhängigen Rege-
lung des Bandzuges dessen Mittelwert unter syn-
chron gleichsinniger Verstellung und dessen Diffe-
renz unter gegensinniger Verstellung der Enden
der Spannwalze (4) geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Winkellage der Führungs-
walze (3) erfaßt und mit einem zwischen zwei
Grenzwerten festgelegten Aktionsbereich vergli-
chen wird, bei dessen Überschreitung die beidseiti-
ge unabhängige Bandzugregelung unterbrochen
wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Winkellage der Führungs-
walze (3) erfaßt und mit einem zwischen zwei
Grenzwerten festgelegten Aktionsbereich vergli-
chen wird, bei dessen Überschreitung die beidseiti-
ge unabhängige Bandzugregelung unterbrochen
wird und nach Unterschreiten eines engeren Ak-
tionsbereiches als dem zuvor festgelegten wieder
aktiviert wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche
1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem
Überschreiten des Aktionsbereichs die Regelung
der Bandzüge gekoppelt wird, wobei die Enden der
Spannwalze (4) synchron gleichsinnig verstellt wer-
den und die Winkellage der Spannwalze (4) kon-
stant gehalten wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die gekoppelte Bandzugregelung zur
gleichsinnig synchronen Verstellung der Spannwal-
ze (4) durch Mittelwertbildung der erfaßten Band-
züge und Regelung des Mittelwerts erfolgt.
7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche
1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem
Überschreiten des Aktionsbereichs ein optisches
oder akustisches Signal abgegeben wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß zur Korrektur des seitlichen Verlaufs
des Endlosbandes der Lager gelung durch die Füh-
rungswalze (3) ein der Winkellage der Spannwalze
(4) proportionales Signal überlagert wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens
nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekenn-
zeichnet, daß an beiden Lagern (5) einer der Wal-
zen (3, 4) Kraftsensoren (44, 61) angreifen, denen
unabhängige Bandzugregleinrichtungen (41, 42)
zugeordnet sind, die mit den Stellantrieben (54, 69)
der Spannwalze (4) in Wirkverbindung stehen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekenn-
zeichnet, daß einer der Stellantriebe (54) die Spann-
walze (4) an beiden Lagern (5) über mindestens ein
Getriebe (G_1 , G_2) parallel verlagert und der andere
Stellantrieb (69) an der Spannwalze (4) mit minde-
stens einem der Getriebe (G_1 , G_2) eine Winkelver-
stellung bewirkt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch ge-
kennzeichnet, daß zumindest das die Spannwalze
(4) parallel verstellende Getriebe (G_1 , G_2) als Plane-
tengetriebe ausgeführt ist.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der An-
sprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwi-
schen einer Bandzugregleinrichtung (42) und ei-
nem Stellantrieb (69) der Spannwalze (4) minde-
stens ein Umschalter (67) vorgesehen ist, der einen
Steuereingang (78) aufweist, welcher mit minde-
stens einem Fensterkomparator (71, 72) in Wirk-
verbindung steht, wobei der Fensterkomparator
(71, 72) eingangsseitig mit einem die Winkellage der
Führungswalze (3) erfassenden Weggeber (10) in
Wirkverbindung steht.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Fensterkomparator (71, 72)
einen Schmitt-Triggeringang (74, 75) aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch
gekennzeichnet, daß der vom Fensterkomparator
(71) betätigte Umschalter (67) mit einem Summie-
rer (91) in Wirkverbindung steht, der Eingänge (92,
93) aufweist, von denen einer mit der Bandzugre-
geleinrichtung (41) des gegenüberliegenden Kan-
tenbereichs des Endlosbandes (2) in Wirkverbin-
dung steht.

15. Vorrichtung nach mindestens einem der An-
sprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die
Bandzugregleinrichtungen (41, 42) mit einem eine
Differenz ihrer Ausgangssignale berechnenden
Summierer (95) in Wirkverbindung stehen, wobei
der Summierer (95) ausgangsseitig mit einem die
Differenz speichernden Sample-Hold-Verstärker
(99) in Wirkverbindung steht, der mit einem der
Eingänge (93) des am Umschalter (67) vorgesehe-
nen Summierers (91) verbunden ist, wobei der Sam-
ple-Hold-Verstärker (99) einen flankengetrigger-
ten Steuereingang (100) aufweist, der mit dem Fen-
sterkomparator (71) in Wirkverbindung steht.

16. Vorrichtung nach mindestens einem der An-
sprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der
Sample-Hold-Verstärker eingangsseitig mit dem
Ausgang der Bandzugregleinrichtung (64) und
ausgangsseitig mit dem Umschalter (67) verbunden
ist, wobei sein Steuereingang (100) mit dem Fen-
sterkomparator (71) in Wirkverbindung steht.

17. Vorrichtung nach mindestens einem der An-
sprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die
Kraftsensoren (44, 61) mit einem Mittelwertbilder
(110) in Wirkverbindung stehen, der ausgangsseitig

mit einem vom Fensterkomparator (71) betätigten Umschalter (114) in Wirkverbindung steht, welcher zwischen dem Kraftsensor (44) und der Bandzug-einrichtung (41) vorgesehen ist.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der Rechen- und/oder Schaltfunktionen mittels eines Computers realisiert wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

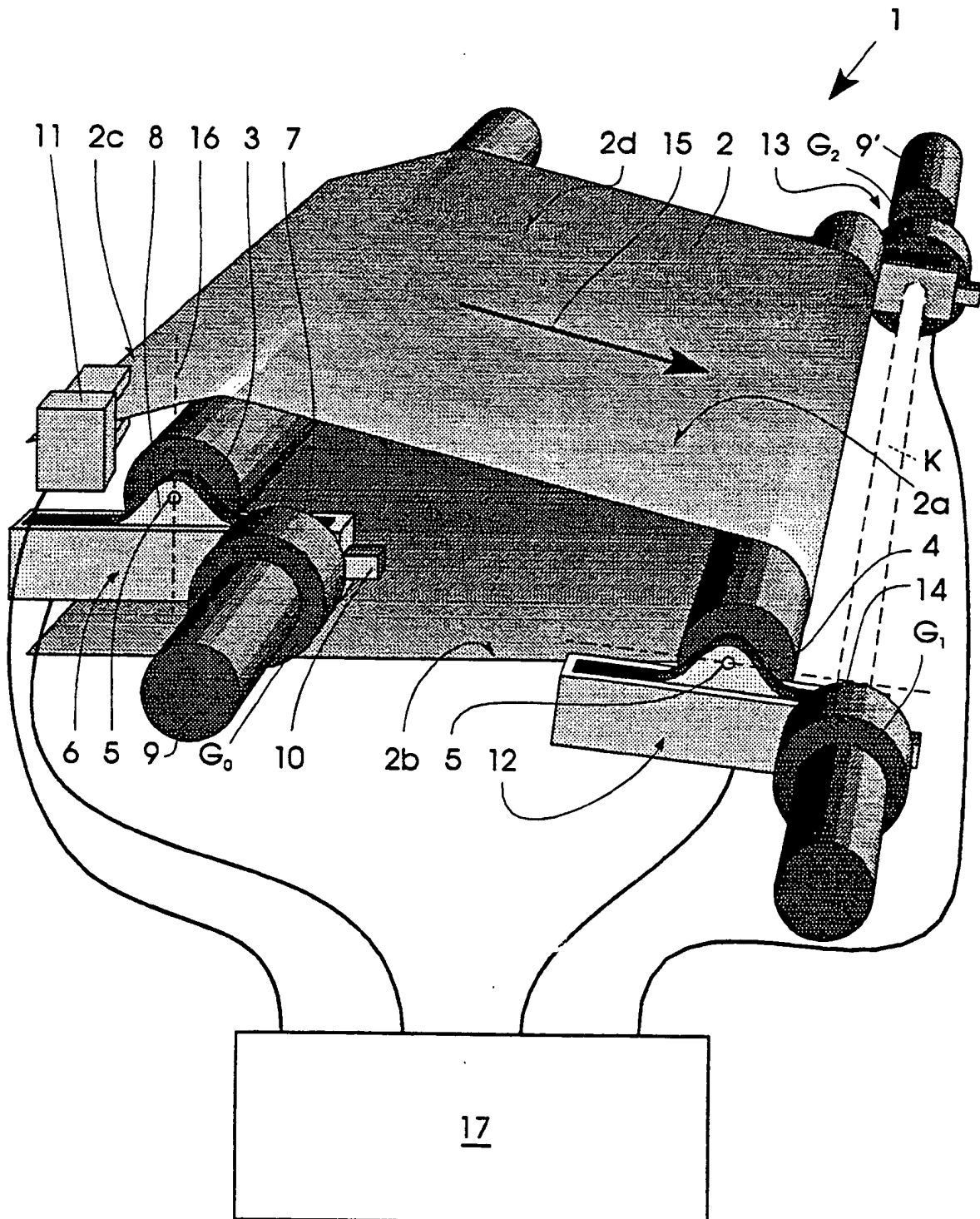


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- Leerseite -

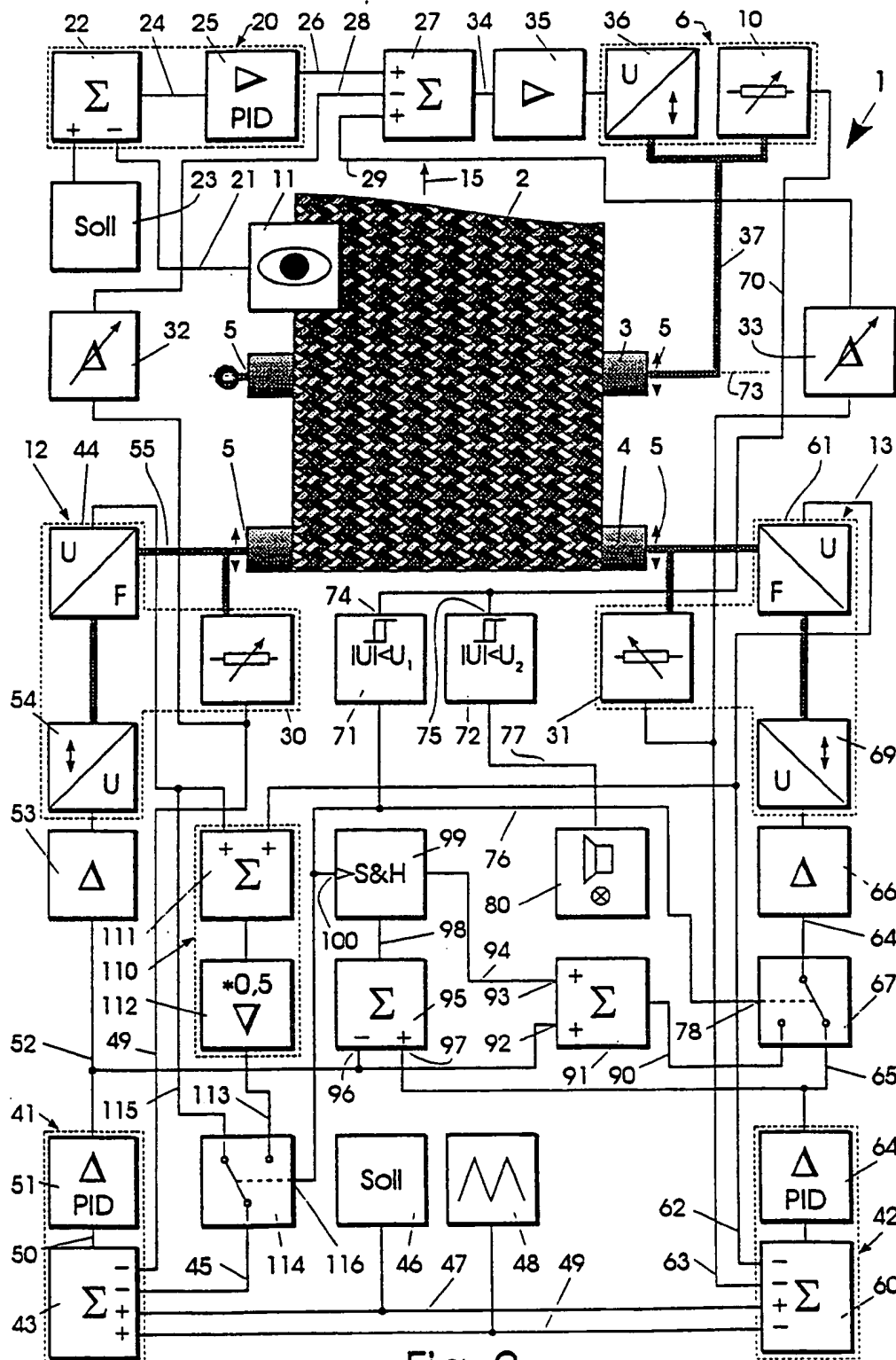


Fig. 2

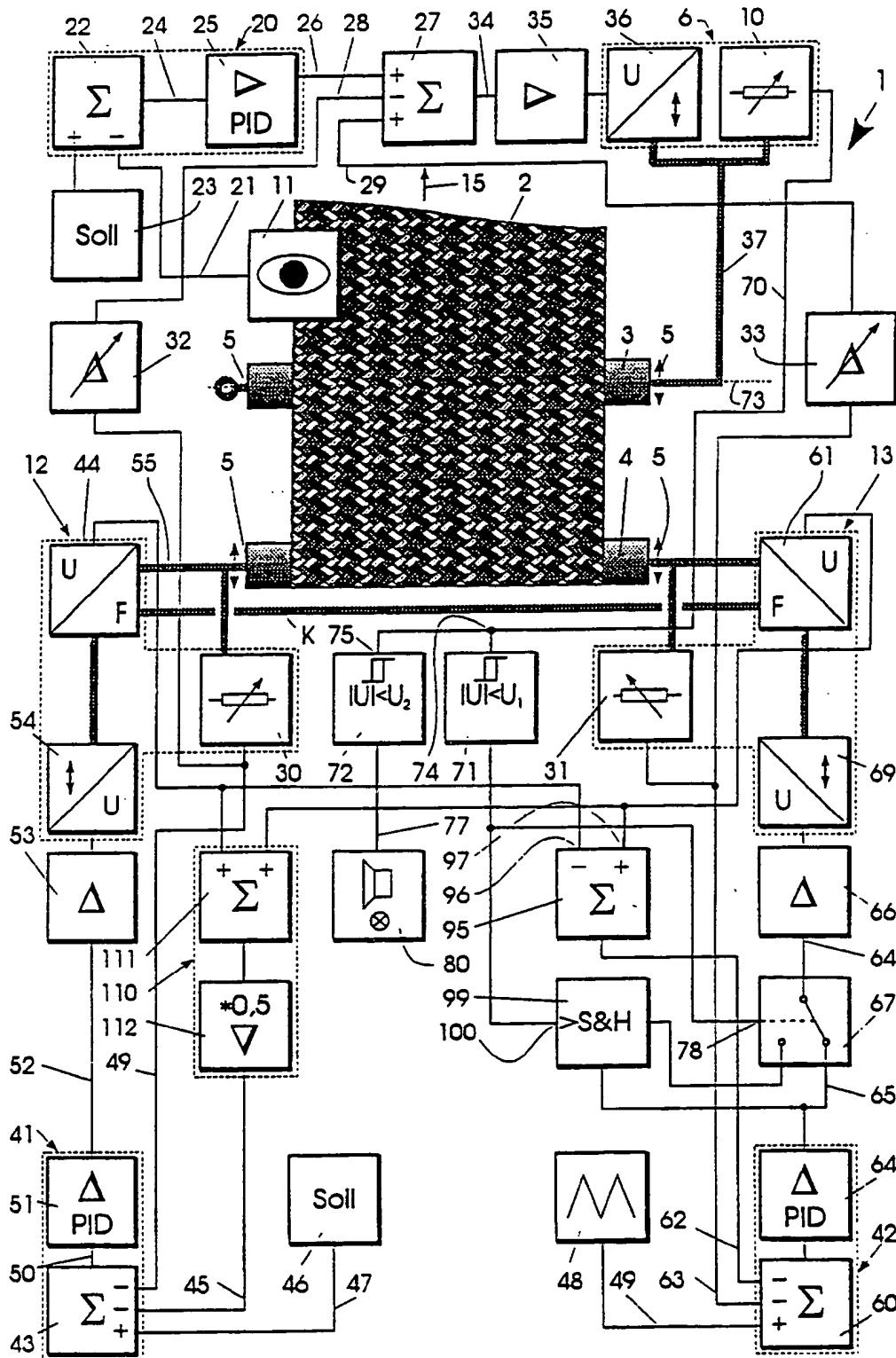


Fig. 3